党参多糖对仔猪生长性能、血清细胞因子及肠黏膜分泌型免疫球蛋白 A 含量的影响

王希春　朱电锋　尹莉莉　李　玉　冯士彬　吴金节*

（安徽农业大学动物科技学院，合肥 230036）

摘　要：本试验旨在研究党参多糖（CPP）对仔猪生长性能、血清细胞因子及肠黏膜分泌型免疫球蛋白 A（SIgA）含量的影响。选取 1 日龄“杜×长×大”三元杂交仔猪 60 头（6 窝），随机分为 3 组，每组 2 个重复，每个重复 10 头猪（公母各占 1/2）。14 日龄时开始试验，3 组仔猪分别饲喂仔猪代乳料（对照组）、仔猪代乳料＋1%党参多糖（低剂量组）、仔猪代乳料＋2%党参多糖（高剂量组），所有仔猪 21 日龄断奶，试验期 14 d。结果表明：与对照组相比，1）21 日龄时，饲粮添加 2%党参多糖极显著提高了仔猪的平均体重（$P<0.01$）；28 日龄时，饲粮添加 1%和 2%党参多糖显著提高了仔猪的平均体重（$P<0.05$）。22~28 日龄时，饲粮添加 2%党参多糖显著提高了仔猪的平均日增重（ADG）和平均日采食量（ADFI）（$P<0.05$）。2）21 日龄时，饲粮添加 2%党参多糖显著提高了仔猪的血清 γ-干扰素（IFN-γ）、白细胞介素-2（IL-2）和白细胞介素-6（IL-6）含量（$P<0.05$）；28 日龄时，饲粮添加 1%和 2%党参多糖显著提高了仔猪的血清 IL-2、白细胞介素-4（IL-4）和 IL-6 含量（$P<0.05$）。3）饲粮添加 2%党参多糖极显著提高了仔猪的十二指肠、空肠和回肠黏膜 SIgA 含量（$P<0.01$）。由此可见，饲粮添加 1%和 2%党参多糖能够改善仔猪的生长性能，提高血清细胞因子和肠黏膜 SIgA 含量，其中添加 2%党参多糖的作用效果优于 1%党参多糖。

关键词：党参多糖；仔猪；生长性能；细胞因子；肠黏膜

中图分类号：S828　　文献标识码：　　文章编号：

党参是我国传统的补益药材之一，常被作为人参的替代品，可用于脾肺气虚、内热消渴、气短心悸、食少便溏等的治疗。多糖是党参的活性成分，现代药理学研究证实党参多糖（*Codonopsis pilosula* polysaccharides，CPP）具有抗肿瘤、提高免疫力和抗疲劳等活性[1]。王敏等[2]研究发现，在 *D*-半乳糖诱导的小鼠衰老模型中，党参通过提高小鼠的血清白细胞介素–2（IL-2）含量，增强了小鼠的免疫功能，提高了其抗衰老能力。陈嘉屿等[3]探讨党参

收稿日期：2017-05-03
基金项目：安徽省生猪产业技术体系资助项目（2016-2020）
作者简介：王希春（1978—），男，安徽利辛人，副教授，博士，从事畜禽营养代谢病与中毒病研究。E-mail: wangxichun@ahau.edu.cn
*通信作者：吴金节，教授，硕士生导师，E-mail: wjj@ahau.edu.cn

多糖的抗肿瘤机制及其对外周血细胞因子的影响，结果显示党参多糖对荷瘤小鼠肿瘤有显著抑制作用，并且显著提高了血清细胞因子 IL-2、白细胞介素–1β（IL-1β）、白细胞介素–6（IL-6）、肿瘤坏死因子–α（TNF-α）和 γ–干扰素（INF-γ）含量。彭梅等[4]给小鼠灌服不同剂量的党参多糖，结果显示党参多糖可显著提高小鼠的体重增重率和食物利用率。也有研究表明，党参提取物具有促进仔猪生长性能的作用[5]。分泌型免疫球蛋白 A（SIgA）是肠道黏膜免疫系统的主要效应分子，是体内分泌量最多的免疫球蛋白。SIgA 可以阻止微生物、病原体等黏附肠道，激活补体 C3 旁路途径，溶解细菌，增强单核细胞的杀菌活性[6]。目前关于党参多糖对仔猪生长性能及免疫功能的影响还未见报道。本试验通过在饲粮中添加不同剂量的党参多糖，检测其对仔猪生长性能、血清细胞因子和肠黏膜 SIgA 含量的影响，旨在研究党参多糖对仔猪生长性能和免疫功能的作用效果，为今后党参多糖在饲粮中的应用提供试验依据。

1　材料与方法

1.1　试验材料

“杜×长×大”三元杂交仔猪，由安徽省青阳县五星畜牧种猪场提供。

党参中药材购自安徽亳州济仁堂药业有限公司；猪 IFN-γ、IL-2、白细胞介素–4（IL-4）、IL-6 的酶联免疫吸附测定（ELISA）试剂盒购自上海科兴商贸有限公司；猪 SIgA 的 ELISA 试剂盒购于南京森贝迦生物有限公司；三氯甲烷、水饱和酚、异戊醇、无水乙醇、乙酸钠、乙酸钾均购自无锡展望化工有限公司；离心管、枪头购自美国 Axygen Biosciences 公司。

BSD-100 电热恒温培养箱，购自上海博讯医疗设备厂；TD-100 小型提取浓缩机组，购自浙江森力机械科技有限公司；MK3 型酶联免疫分析仪，购自美国 Thermo 有限公司；TGL-18R 台式高速离心机，购自珠海黑马医学仪器有限公司。

1.2　党参多糖的制备

称取 6 kg 党参，去除杂质，清洗 3 次，沥干水分，按照料液比为 1:10（质量体积比）的比例加入 60 L 84%的酒精，提取 3 次，每次 1 h，去除油脂，烘干、称重；按照料液比为 1:20（质量体积比）的比例加入纯水，超声波振荡提取 40 min，将提取液转移至浓缩罐中进行浓缩，经浓缩→真空冷冻干燥→制成粉末。制备完成后采用苯酚–硫酸法测得 1 g 生药约含 0.11 g 党参多糖粉末。

1.3　试验设计和饲养管理

选取健康的 1 日龄"杜×长×大"三元杂交仔猪 60 头（6 窝），随机分为 3 组，每组 2 个重复，每个重复 10 头猪（公母各占 1/2）。所有仔猪于 7 日龄时诱食代乳料（其组成及营养水平见表 1）；14 日龄时开始试验，3 组仔猪分别饲喂仔猪代乳料（对照组）、仔猪代乳料＋1%党参多糖（低剂量组）、仔猪代乳料＋2%党参多糖（高剂量组）；21 日龄时断奶，断奶前后饲粮不变。常规饮水，消毒及免疫程序严格按照猪场管理方案进行。试验期 14 d。

表 1　仔猪代乳料组成及营养水平（风干基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of the milk replacer of piglets (air-dry basis)　　%

原料 Ingredients	含量 Content	营养水平 Nutrient levels[2)]	含量 Content
全脂奶粉 Dried whole milk	46.00	代谢能 ME/(MJ/kg)	14.50
脱脂奶粉 Dried skimed milk	42.20	干物质 DM	75.00
乳清粉 Dried whey	10.50	粗蛋白质 CP	27.90
食盐 NaCl	0.30	赖氨酸 Lys	1.61
预混料 Premix[1)]	1.00	钙 Ca	1.04
合计 Total	100.00	磷 P	0.89

[1)]预混料为每千克饲粮提供 Premix provided the following per kg of the diet:VA 7 000 IU，VD_3 2 000 IU，VE 10 IU，VK_3 2.2 mg，VB_1 2.375 mg，VB_2 4.8 mg，VB_6 0.15 mg，VB_{12} 0.017 5 mg，烟酸 nicotinic acid 16 mg，泛酸钙 pantothenic calcium 5.75 mg，叶酸 folic acid 0.85mg，生物素 biotin 0.017 5 mg，赖氨酸 lysine 0.95 mg，抗氧化剂 antioxidant 0.045 mg，酶制剂 enzyme preparation 1 100 mg，香味剂 flavour agents 45 mg，甜味剂 sweet agents 45 mg，Mn（as manganese sulfate）20.18 mg，I（as potassium iodide）0.4 mg，Se（as sodium selenite）0.35 mg。

[2)]代谢能为计算值，其余为实测值。ME was a calculated value, while the others were measured values.

1.4　样品采集与处理

1.4.1　血清的制备

分别于仔猪 14、21 和 28 日龄时，各组随机选择 10 头仔猪经前腔静脉采血，静置 2 h

后，于 3 000 r/min 离心 10 min，分离血清，于–20 ℃保存。

1.4.2　小肠组织采集及保存

试验结束时，各组随机选择 6 头仔猪剖杀，取十二指肠、空肠、回肠，纵向剪开肠管，刮取肠黏膜，–20 ℃保存备用。

1.5　生长性能测定

分别于仔猪 14、21 和 28 日龄时，早晨饲喂前称量空腹仔猪的个体重，记录始重（IBW）和末重（FBW），计算每头仔猪的平均日增重（ADG）；准确记录各重复中仔猪的投料量和余料量，计算每头仔猪的平均日采食量（ADFI）；根据 ADFI 和 ADG 计算料重比（F/G）。

1.6　血清细胞因子和小肠黏膜 SIgA 含量测定

仔猪血清 IFN-γ、IL-2、IL-4、IL-6 含量和小肠黏膜 SIgA 含量均采用 ELISA 法进行测定，检测方法严格按照试剂盒说明书进行。

1.7　数据统计分析

试验数据均以平均值±标准差表示，采用 SPSS 19.0 统计软件进行单因素方差分析（one-way ANOVA），采用 Duncan 氏法进行多重比较，$P<0.05$ 为差异显著，$P<0.01$ 为差异极显著。

2　结　果

2.1　党参多糖对仔猪生长性能的影响

由表 2 可知，14 日龄时，各组仔猪的平均体重基本一致，无显著差异（$P>0.05$）；21 日龄时，高剂量组仔猪的平均体重极显著高于对照组（$P<0.01$），显著高于低剂量组（$P<0.05$）；28 日龄时，高剂量组仔猪的平均体重极显著高于低剂量组和对照组（$P<0.01$），低剂量组仔猪的平均体重显著高于对照组（$P<0.05$）。14~21 日龄时，党参多糖添加组仔猪的 ADG 高于对照组，但无显著差异（$P>0.05$）；22~28 日龄时，与对照组相比，高剂量组仔猪的 ADG 极显著升高（$P<0.01$），低剂量组仔猪的 ADG 显著升高（$P<0.05$）。22~28 日龄时，高剂量组仔猪的 ADFI 显著高于对照组（$P<0.05$）。党参多糖添加组仔猪的 F/G 均低于对照组（$P>0.05$）。

表 2　党参多糖对仔猪生长性能的影响

Table 2　Effects of *Codonopsis pilosula* polysaccharides on growth performance of piglets

项目 Items	日龄 Days of age	对照组 Control group	低剂量组 Low dosage group	高剂量组 High dosage group
平均体重 ABW/kg	14	4.30±0.42	4.35±0.30	4.58±0.28
	21	5.96±0.31^{B}	6.21±0.30^{ABb}	6.75±0.32^{Aa}
	28	7.22±0.43^{Bb}	7.81±0.17^{Ba}	8.54±0.29^{A}
平均日增重 ADG /[g/(头·d)]	14~21	237.71±44.84	266.86±64.67	309.14±67.24
	22~28	179.14±19.45^{Bb}	227.43±38.67^{ABa}	256.57±22.24^{A}
平均日采食量 ADFI/[g/(头·d)]	22~28	292.00±31.70^{b}	345.69±58.78^{ab}	359.00±31.13^{a}
料重比 F/G	22~28	1.63	1.52	1.40

同行数据肩标相同或无字母表示差异不显著(P＞0.05)，不同小写字母表示差异显著(P＜0.05)，不同大写字母表示差异极显著(P＞0.01)。下表同。

In the same row, values with the same or no letter superscripts mean no significant difference (P>0.05), while with different small letter superscripts mean significant difference (P<0.05), and with different capital letter superscripts mean significant difference (P<0.01). The same as below.

2.2 党参多糖对仔猪血清细胞因子含量的影响

2.2.1 党参多糖对仔猪血清 IFN-γ 含量的影响

由表 3 可知，14 日龄时，各组仔猪的血清 IFN-γ 含量基本一致，无显著差异（P>0.05）；21 日龄时，与对照组相比，高剂量组仔猪的血清 IFN-γ 含量显著升高（P<0.05）；28 日龄时，高剂量组仔猪的血清 IFN-γ 含量极显著高于对照组（P<0.01），显著高于低剂量组（P<0.05）。

表 3 党参多糖对仔猪血清 IFN-γ 含量的影响

Table 3 Effects of *Codonopsis pilosula* polysaccharides on serum IFN-γ content of piglets ng/L

日龄 Days of age	对照组 Control group	低剂量组 Low dosage group	高剂量组 High dosage group
14	1 931.67±15.28	1 911.67±75.71	1 928.33±11.55
21	1 875.00±20.00^{b}	1 888.33±15.28^{ab}	1 911.67±15.28^{a}
28	1 891.67±15.28^{Bb}	1 908±15.28^{ABb}	1 955±17.32^{Aa}

2.2.2　党参多糖对仔猪血清 IL-2 含量的影响

由表 4 可知，14 日龄时，各组仔猪的血清 IL-2 含量基本一致，无显著差异（P>0.05）；21 日龄时，与对照组相比，高剂量组仔猪的血清 IL-2 含量显著升高（P<0.05）；28 日龄时，与对照组相比，高剂量组仔猪的血清 IL-2 含量极显著升高（P<0.01），低剂量组显著升高（P<0.05）。

表 4　党参多糖对仔猪血清 IL-2 含量的影响

Table 4　Effects of *Codonopsis pilosula* polysaccharides on serum IL-2 content of piglets　ng/L

日龄 Days of age	对照组 Control group	低剂量组 Low dosage group	高剂量组 High dosage group
14	357.35±10.60	351.47±13.48	345.59±15.56
21	312.25±14.50^{b}	325.00±7.78^{ab}	339.71±5.88^{a}
28	323.04±6.12^{Bc}	338.73±4.49^{ABb}	348.54±2.94^{Aa}

2.2.3　党参多糖对仔猪血清 IL-4 含量的影响

由表 5 可知，14 日龄时，各组仔猪的血清 IL-4 含量基本一致，无显著差异（P>0.05）；21 日龄时，党参多糖添加组仔猪的血清 IL-4 含量与对照组相比无显著差异（P>0.05）；28 日龄时，与对照组比较，高剂量组仔猪的血清 IL-4 含量极显著升高（P<0.01），低剂量组显著升高（P<0.05）。

表 5　党参多糖对仔猪血清 IL-4 含量的影响

Table 5　Effects of *Codonopsis pilosula* polysaccharides on serum IL-4 content of piglets　ng/L

日龄 Days of age	对照组 Control group	低剂量组 Low dosage group	高剂量组 High dosage group
14	51.18±2.15	48.84±0.85	49.38±2.36
21	49.92±2.09	52.82±4.09	58.19±6.42
28	50.32±3.37^{Bb}	59.97±3.19^{ABa}	62.05±3.56^{Aa}

2.2.4　党参多糖对仔猪血清 IL-6 含量的影响

由表 6 可知，14 日龄时，各组仔猪的血清 IL-6 含量基本一致（P>0.05）；21 日龄时，与对照组相比，高剂量组仔猪的血清 IL-6 含量显著升高（P<0.05）；28 日龄时，高剂量组

仔猪的血清 IL-6 含量极显著高于对照组（P<0.01），低剂量组显著高于对照组（P<0.05），高剂量组显著高于低剂量组（P<0.05）。

表 6　党参多糖对仔猪血清 IL-6 含量的影响

Table 6　Effects of *Codonopsis pilosula* polysaccharides on serum IL-6 content of piglets　ng/L

日龄 Days of age	对照组 Control group	低剂量组 Low dosage group	高剂量组 High dosage group
14	518.18±8.37	518.70±12.83	524.26±13.98
21	488.22±24.12^{b}	513.15±22.45^{ab}	544.63±17.86^{a}
28	515.33±15.69^{Bc}	550.19±16.97^{ABb}	587.22±11.11^{Aa}

2.3　党参多糖对仔猪小肠黏膜 SIgA 含量的影响

由表 7 可知，高剂量组仔猪的十二指肠黏膜 SIgA 含量极显著高于低剂量组和对照组（P<0.01）；与对照组相比，高剂量组空肠黏膜 SIgA 含量极显著升高（P<0.01）；高剂量组回肠黏膜 SIgA 含量极显著高于对照组（P<0.01），显著高于低剂量组（P<0.05）。

表 7　党参多糖对仔猪小肠黏膜 SIgA 含量的影响

Table 7　Effects of *Codonopsis pilosula* polysaccharides on intestinal mucosal SIgA content of piglets　μg/mL

项目 Items	对照组 Control group	低剂量组 Low dosage group	高剂量组 High dosage group
十二指肠 Duodenum	22.38±0.36^{B}	25.46±2.31^{B}	33.18±3.23^{A}
空肠 Jejunum	22.40±1.56^{Bb}	27.02±2.20^{ABab}	32.94±4.41^{Aa}
回肠 Ileum	22.04±1.30^{Bb}	26.04±2.55^{ABb}	33.70±3.62^{Aa}

3　讨　论

研究表明，党参提取物中含多种成分，主要包括甾醇类、糖和甙类、生物碱和含氮成分、挥发性成分、微量元素以及氨基酸等，其中所含多糖成分具有改善动物肠道微生物多样性和

提高生产性能的作用[7]。多糖还可显著降低胃液、胃酸分泌和胃蛋白酶活性[8]。报道认为，仔猪饲粮中添加中药党参，能显著提高仔猪的日增重，降低 F/G，改善仔猪的生长性能和免疫功能[9]，但具体是党参中的哪一种成分发挥主要作用却很难确定。为进一步探索党参多糖的作用效果，本试验选择胎次相同、体重相近的仔猪进行临床试验，结果表明，饲粮中添加1%和 2%党参多糖均能提高仔猪的 ADG 和 ADFI，降低 F/G，特别是 2%党参多糖的作用效果更明显；饲粮中添加 2%党参多糖显著提高了仔猪断奶时（21 日龄）和断奶后（28 日龄）的平均体重，显著提高了断奶后 1 周（22~28 日龄）仔猪的 ADG 和 ADFI。以上结果说明，饲粮中添加适量的党参多糖能改善仔猪的生长性能，促进仔猪生长，这与曾丹等[5]的研究结果相一致。

细胞因子是一类具有免疫活性的多功能小分子物质。白细胞介素（IL）是由多种类型细胞产生的一类细胞因子，参与体内多种生理病理过程[10]。Th1 类细胞分泌 IL-2、α–干扰素（IFN-α）和肿瘤坏死因子–β（TNF-β）等细胞因子，是机体抗癌、抗病毒的主要参与者；Th2 类细胞分泌 IL-4、IL-6 和白细胞介素–10（IL-10）等细胞因子，在体内可抑制免疫应答[11-12]。IL-2 是一种多向性作用的细胞因子，主要由活化 T 细胞产生，可刺激 T 细胞生长、增殖和分化[13]；促进细胞毒性 T 前体细胞分化为细胞毒性 T 细胞，增强杀伤力，发挥细胞毒性作用，促进自然杀伤细胞的功能和释放免疫干扰素[14]。IL-4 是一种多功能多效性的细胞因子，主要由 Th2 细胞分泌，能刺激 B 细胞的增殖分化产生抗体，促进 B 细胞合成并分泌免疫球蛋白介导体液免疫[15]。IL-6 则可由 Th2 细胞、成纤维细胞和巨噬细胞产生。IL-4 和 IL-6 均可作用于 B 细胞，IL-4 能够增强免疫球蛋白 E（IgE）诱导的免疫反应，IL-6 则指导免疫球蛋白 G（IgG）的合成、分泌，两者均参与抗体介导的体液免疫应答[16]。IL-6 作为一种前炎症细胞因子，可由单核–巨噬细胞、内皮细胞、淋巴细胞以及成纤维细胞等多种细胞合成，在感染发生时可促进急性期反应蛋白的合成以及抗体的产生；同时，IL-6 可促进 T 淋巴细胞表面表达 IL-2 受体，增强 IL-2 的作用，促进天然杀伤细胞的增殖、分化并提高其活性，改善机体免疫功能[17]。张晓君等[18]研究发现，党参多糖对小鼠的细胞免疫有一定的促进作用。曹丽等[19]研究证明，党参多糖对鸡分泌 IL-2 有显著的增强作用。林丹丹等[20]用硝酸–亚硒酸钠法来硒化修饰党参多糖，并研究硒化党参多糖对免疫机制的影响，结果表明其对环磷酰胺诱导的小鼠免疫器官萎缩具有逆转功能，并且能够促进细胞因子 IL-2、IL-6

等的生成。韩丽[21]研究发现，党参多糖能够通过调节血清细胞因子 TNF-α 和 IL-6 含量、控制肿瘤生长来抑制癌性恶病质。本试验研究结果与上述报道基本一致，饲粮中添加不同剂量的党参多糖均能通过细胞免疫提高仔猪血清中细胞因子 IFN-γ、IL-2、IL-4 和 IL-6 含量，增强机体的免疫功能；2%党参多糖对仔猪的作用效果尤为显著。

SIgA 由呼吸道、泌尿道、消化道黏膜固有层中的浆细胞产生，通过与抗原微生物结合，阻止病原体黏附和定植在细胞表面，形成黏膜免疫的第 1 道防线。在肠黏膜免疫中，以 SIgA 为主的体液免疫占主导地位，主要作用包括肠道组织病原体黏附、中和病毒、中和毒素及免疫排除。赵珊珊等[22]研究不同浓度板蓝根多糖对无初乳仔鼠十二指肠 *SIgA* 细胞表达的影响，结果显示，板蓝根多糖能够促进小肠 *SIgA* 细胞的表达，并呈现一定的量效关系。王雪等[23]报道，长根菇多糖能够调整肠道菌群失调小鼠的肠道菌群且提高肠道黏膜中 SIgA 含量。本试验结果同样得出，2%党参多糖能够通过体液免疫显著提高仔猪十二指肠、空肠和回肠黏膜 SIgA 含量，增强肠道黏膜免疫，进一步改善了仔猪的黏膜屏障作用。

4 结 论

饲粮中添加适量的党参多糖可以改善仔猪的生长性能，促进仔猪生长，不同程度的提高血清细胞因子含量，增加仔猪的肠道黏膜免疫，其中添加 2%党参多糖的效果优于 1%党参多糖。

参考文献：

[1] XU C, LIU Y, YUAN G X,et al.The contribution of side chains to antitumor activity of apolysaccharide from *Codonopsis pilosula*[J].International Journal of Biological Macromolecules,2012,50(4):891–894.

[2] 王敏,王彦春,洪小平,等.党参及其复方对亚急性衰老模型小鼠 IL-2 影响的研究[J].湖北中医杂志,2004,26(7):6–7.

[3] 陈嘉屿,胡林海,吴红梅,等.党参多糖类对荷瘤小鼠免疫应答及抑瘤作用研究[J].中华肿瘤防治杂志,2015,22(17):1357–1362.

[4] 彭梅,姚佳,杨晓玲,等.土党参多糖促进小鼠胃肠运动的初步研究[J].山地农业生物学报,2011,30(5):461–463.

[5] 曾丹,李嘉林,冯庆辉,等.党参提取物对母猪泌乳性能和仔猪生长性能的影响[J].猪业科

学,2016,33(10):82–84.

[6] SALMINEN S, ISOLAURI E, SALMINEN E. Clinical uses of probiotics for stabilizing the gut mucosal barrier: successful strains and future challenges[J].Antonievan Leeuwenhoek,1996,70(2/3/4):347–358.

[7] 肖莉春,孔祥峰,郭小权.中药抑菌成分及其在养猪生产中的应用前景[J].动物营养学报,2012,24(12):2311–2318.

[8] SILVA RO, SANTANA APM, CARVALHO NS, et al.A sulfated-polysaccharide fraction from seaweed *Gracilaria birdiae* prevents naproxen-induced gastrointestinal damage in rats[J].MarineDrugs,2012,10(12):2618–2633.

[9] 章红兵.党参对仔猪免疫功能的影响[J].中国猪业,2011,5(1):27–29.

[10] FANG L Q,GAOH M,ZHANGW N,et al.Resveratrol alleviates nerve injury after cerebral ischemia and reperfusion in mice by inhibiting inflammation and apoptosis [J].International Journal of Clinical and Experimental Medicine,2015,8(3):3219–3226.

[11] TSAI KH,LEE NH,CHEN GY,et al.Dung-shen (*Codonopsis pilosula*) attenuated thecardiac-impaired insulin-like growth factor Ⅱ receptor pathway on myocardial cells[J].Food Chemistry,2013,138(2/3):1856–1867.

[12] XIANG L B,REHM K E,MARSHALL G D,Jr.Effects of strenuous exercise on Th1/Th2 gene expression from human peripheral blood mononuclear cells of marathon participant[J].Molecular Immunology,2014,60(2):129–134.

[13] MINGARI MC,GEROSA F,CARRA G,et al.Human interleukin-2 promotes proliferation of activated B cells via surface receptors similar to those of activated T cells[J].Nature,1984,312(5995):641–643.

[14] SAXENA R,KAUR J.Th1/Th2 cytokines and their genotypes as predictors of hepatitis B virus related hepatocellular carcinoma[J].World Journal of Hepatology,2015,7(11):1572–1580.

[15] LI X F,LIU X,TIAN L,et al.Cytokine-mediated immunopathogenesis of hepatitis B virus infections[J].Clinical Reviews in Allergy&Immunology,2016,50(1):41–54.

[16] LAN T,CHANG L,WU L,et al.IL-6 plays a crucial role in HBV infection[J].Journal of Clinical and Translational Hepatology,2015,3(4):271–276.

[17] CHENG LS,LIU Y,JIANG W. Restoring homeostasis of $CD_4(+)$ T cells in hepatitis-B-virus-related liver fibrosis[J].World Journal of Gastroenterology,2015,21(38):10721–10731.

[18] 张晓君,祝晨,胡黎,等.党参多糖对小鼠免疫和造血功能的影响[J].中药新药与临床药理,2003,14(3):174–176.

[19] 曹丽,罗崇念,卞庆亚,等.党参多糖对鸡IL-2活性和淋巴细胞增殖反应的促进作用[J].中兽医医药杂志,2004,23(1):3–4.

[20] 林丹丹,秦韬,任喆,等.硒化党参多糖对免疫抑制小鼠免疫功能的影响[J].中国畜牧兽医,2016,43(6):1544–1549.

[21] 韩丽.新疆党参多糖对小鼠癌性恶病质的实验研究[J].北方药学,2010,7(3):17–18.

[22] 赵珊珊,熊善辉,黄鹏,等.板蓝根多糖对无初乳仔鼠十二指肠 IgG^+和 $SIgA^+$细胞表达的影响[J].中国实验动物学报,2012,20(1):47–50.

[23] 王雪,张圣方,赵龙玉,等.长根菇多糖对小鼠肠道菌群及分泌型 IgA 的影响[J].食品工业科技,2015,36(13):376–379,384.

Effects of *Codonopsis pilosula* Polysaccharide on Growth Performance, Serum Cytokines and Intestinal Mucosal Secretory Immunoglobulin A Contents of Piglets

WANG Xichun　ZHU Dianfeng　YIN Lili　LI Yu　FENG Shibin　WU Jinjie*

(*College of Animal Science and Technology, Anhui Agricultural University, Hefei* 230036, *China*)

Abstract: This experiment was conducted to investigate the effects of *Codonopsis pilosula* polysaccharide (CPP) on growth performance and the contents of serum cytokines and intestinal mucosal secretory immunoglobulin A (SIgA) of piglets. Sixty 1-day-old "Duroc×Landrace×Yorkshire" crossbred piglets from six litters were randomly divided into three groups with two replicates per group and ten piglets per replicate (males and females in half). Piglets in control group were fed with milk replacer, those in low dosage group were fed with milk

*Corresponding author, professor, E-mail: wjj@ahau.edu.cn　　(责任编辑　李慧英)

replacer+1% CPP, and the others in high dosage group were fed with milk replacer+2% CPP from 14 days of age, respectively. All piglets were weaned at 21 days of age. The trial lasted for 14 days. The results showed as follows: compared with control group, 1) diet adding 2% CPP extremely significantly increased average body weight of piglets at 21 days of age ($P<0.01$), and diet adding 1% and 2% CPP significantly increased average body weight of piglets at 28 days of age ($P<0.05$). Diet adding 2% CPP significantly increased average daily gain (ADG) and average daily feed intake (ADFI) of piglets from 22 to 28 days of age ($P<0.05$). 2) Diet adding 2% CPP significantly increased the contents of interferon-γ (IFN-γ), interleukin-2 (IL-2) and interleukin-6 (IL-6) in serum of piglets at 21 days of age ($P<0.05$), and diet adding 1% and 2% CPP significantly increased the contents of IL-2, interleukin-4 (IL-4) and IL-6 in serum of piglets at 28 days of age ($P<0.05$). 3) Diet adding 2% CPP extremely significantly increased the content of duodenal, jejunum, and ileal mucosal SIgA ($P<0.01$). It is concluded that diet adding 1% and 2% CPP can improve the growth performance and the contents of serum cytokines and intestinal mucosal SIgA of piglets. The effect of adding 2% CPP is better than that of 1% CPP.

Key words: *Codonopsis pilosula polysaccharide*; piglets; growth performance; cytokine; intestinal mucosa